

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-332971

(43)Date of publication of application : 17.12.1996

(51)Int.Cl.

B62D 6/00
B60T 8/24
B60T 8/58
B62D 7/14
// B62D101:00
B62D113:00
B62D137:00

(21)Application number : 07-142970

(22)Date of filing : 09.06.1995

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

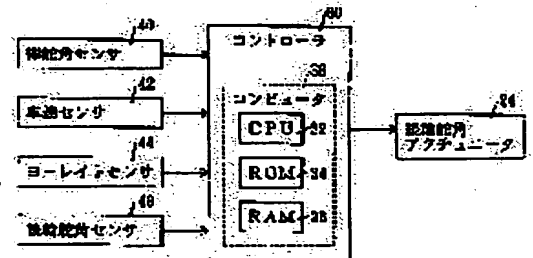
(72)Inventor : FUKAYA KATSUMI

(54) VEHICLE BEHAVIOR CONTROL DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the convergence of vehicle behavior at the time of completing counter steering by changing target yaw rate follow-up control to control by a system without taking account of a steering angle such as actual yaw rate proportional control at the time of counter steering in a device for controlling the actual yaw rate of a vehicle to follow a target yaw rate based on the steering angle.

CONSTITUTION: During the normal travel of a vehicle, yawing moment control mechanism is controlled (target yaw rate follow-up control) so that an actual yaw rate detected by a yaw rate sensor 44 follows a target yaw rate based on a steering angle detected by a steering angle sensor 40. At the time of counter steering when a rear wheel slips to the outside of turning during the turning of the vehicle, a steering wheel is operated so that the direction of front wheels is retrogress to the turning direction of the vehicle in the first half, and the steering wheel is returned toward the neutral position in the latter half. In this latter half, yawing moment generated to the vehicle by the yawing moment control mechanism is reduced in comparison to yawing moment generated in the case of executing the same control as the target yaw rate follow-up control executed at any other time.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.11.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3225790

[Date of registration] 31.08.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-332971

(43) 公開日 平成8年(1996)12月17日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 2 D 6/00			B 6 2 D 6/00	
B 6 0 T 8/24			B 6 0 T 8/24	
8/58			8/58	A
B 6 2 D 7/14			B 6 2 D 7/14	A
// B 6 2 D 101:00				

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-142970

(22) 出願日 平成7年(1995)6月9日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 深谷 克己

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 弁理士 神戸 典和 (外2名)

(54) 【発明の名称】 車両挙動制御装置

(57) 【要約】

【目的】車両の実ヨーレイトを操舵角に基づく目標ヨーレイトに追従するように制御する目標ヨーレイト追従制御(図では「追従制御」)を行う車両挙動制御装置において、カウンタステア時には目標ヨーレイト追従制御に代え、実ヨーレイト比例制御(図では「比例制御」)等、操舵角を考慮しない方式の制御を行うことにより、カウンタステア終了時における車両挙動の収束性を向上させる。

【構成】カウンタステアの終了間際には、先に、実ヨーレイトが0に近づき、後に、操舵角が0に近づく。そのため、カウンタステア時に操舵角を考慮した目標ヨーレイト追従制御を行うと、実ヨーレイトが0になった後にも車両にヨーモーメントが発生させられ、車両挙動が迅速に収束しない。そこで、カウンタステア時には、操舵角を考慮しない制御を行うことにより、実ヨーレイトが0になった後には不要なヨーモーメントを車両に発生させない。

通常状態 ($\epsilon = 0$)	カウンタステア状態		通常状態 ($\epsilon = 0$)
	前半 ($\epsilon = 1, -1$)	後半 ($\epsilon = 2, -2$)	
追従制御	カウンタステア 前半制御	カウンタステア 後半制御	追従制御
	比例制御	比例制御	
	保舵制御	比例制御	
	後輪舵角零化制御	後輪舵角零化制御	
	後輪スリップ角零化制御	後輪スリップ角零化制御	
	⋮	⋮	

時間
→

【特許請求の範囲】

【請求項 1】運転者が車両の前輪の向きを変化させるために操作するステアリングホイールの操舵角を検出する操舵角センサと、

前記車両の実ヨーレイトを検出するヨーレイトセンサと、

前記車両にヨーモーメントを発生させるとともにそのヨーモーメントを制御するヨーモーメント制御機構と、

前記ヨーレイトセンサにより検出される実ヨーレイトが前記操舵角センサにより検出された操舵角に基づく目標ヨーレイトに追従するように前記ヨーモーメント制御機構を制御する目標ヨーレイト追従制御を実行するコントローラとを含む車両挙動制御装置において、

車両旋回中に後輪が旋回外側に滑ったときに運転者が車両の向きを修正するために前記ステアリングホイールによって行うカウンタステアであって、前半には、ステアリングホイールを前輪の向きが車両の旋回方向と逆向きになるように操作し、後半には、ステアリングホイールを中立位置に向かって戻すカウンタステアのうちの少なくとも後半に当たる時期に作動し、前記ヨーモーメント制御機構によって前記車両に発生させられるヨーモーメントを、それ以外の時期に実行される前記目標ヨーレイト追従制御と同じ制御を実行した場合におけるより低減させるカウンタステア時ヨーモーメント低減手段を設けたことを特徴とする車両挙動制御装置。

【請求項 2】請求項 1 の車両挙動制御装置であって、前記コントローラが、前記目標ヨーレイト追従制御と、前記ヨーレイトセンサにより検出された実ヨーレイトに基づき、前記車両の実ヨーレイトが 0 に近づくように前記ヨーモーメント制御機構を制御する実ヨーレイト応答制御とをそれぞれ実行可能なものであり、前記カウンタステア時ヨーモーメント低減手段が、前記カウンタステアのうちの少なくとも後半に当たる時期には前記コントローラに前記実ヨーレイト応答制御を実行させ、それ以外の時期にはコントローラに目標ヨーレイト追従制御を実行させる制御方式選択手段を含んでいる車両挙動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、車両のヨーモーメントを制御して車両挙動を制御する車両挙動制御装置に関するものであり、特に、カウンタステア終了時における車両挙動の収束性を向上させる技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】上記車両挙動制御装置の一形式として次のようなものが既に存在する。それは、(a) 運転者が車両の前輪の向きを変化させるために操作するステアリングホイールの操舵角を検出する操舵角センサと、(b) 車両の実ヨーレイトを検出するヨーレイトセンサと、(c) 車両にヨーモーメントを発生させるとともにそのヨーモ

ーメントを制御するヨーモーメント制御機構と、(d) ヨーレイトセンサにより検出される実ヨーレイトが操舵角センサにより検出された操舵角に基づく目標ヨーレイトに追従するようにヨーモーメント制御機構を制御する目標ヨーレイト追従制御を実行するコントローラとを含む形式である。

【0003】この種の車両挙動制御装置においては、一般に、操舵角を入力、目標ヨーレイトを出力とする制御系が 1 次遅れ系とされ、かつ、その 1 次遅れ系を記述する伝達関数における時定数 τ が固定値とされる。これに対し、特開平 6-270828 号公報には、時定数 τ が、ステアリングホイールの切増し時には小さく、切戻し時には大きくなる可変値とされている特殊な車両挙動制御装置が記載されている。この公報に記載された車両挙動制御装置によれば、ステアリングホイールの切増し時には、操舵角の素早い増加に対して目標ヨーレイトすなわち後輪舵角が敏感に応答するから、車両の回頭性が向上し、一方、ステアリングホイールの切戻し時には、操舵角の素早い減少に対して目標ヨーレイトすなわち後輪舵角が敏感に応答しないから、車両挙動の収束性すなわち車両の実ヨーレイトの収束性が向上する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の車両挙動制御装置には、時定数 τ が固定値であるか可変値であるかを問わず、カウンタステア終了時に車両挙動が迅速に収束しないという問題があった。以下、この問題を、1 次遅れ系における時定数 τ を固定値とし、かつ、後輪舵角を制御することによって目標ヨーレイト追従制御を実行する一般的な従来装置を例にとり、具体的に説明する。

【0005】図 12 には、カウンタステア時においてステアリングホイールの操舵角と車両の実ヨーレイトとがそれぞれ時間的に変化する様子の一例がグラフで表されている。このグラフは、例えば、図 13 に示すテストコースにおいて、車両 V の前方に位置する障害物 B をステアリングホイールの急操舵により回避してもとの進路に戻るという旋回走行を行った場合に取得される。

【0006】図 12 のグラフにはまず最初にグリップ期間が現れる。このグリップ期間には、タイヤが路面を確実にグリップし、車両 V の向きが操舵角に忠実に応答し、車両 V が障害物 B を回避するように旋回させられる。したがって、このグリップ期間には、車両の実ヨーレイトが操舵角に忠実に応答する。

【0007】グラフには次にカウンタステア期間が現れる。ここに「カウンタステア」とは、よく知られているように、車両旋回中に後輪が旋回外側に滑ったときに車両の向きを修正するために運転者がステアリングホイールを前輪の向きが車両の旋回方向と逆向きになるように操作することをいう。このカウンタステア期間は、ステアリングホイールの操舵状態によって前半と後半とに分

10

20

30

40

50

けることができる。

【0008】カウンタステアのうちの前半においては、一般に、ステアリングホイールが右旋回位置と左旋回位置とのうち車両の旋回方向と一致する旋回位置から中立位置を通過して他方の旋回位置に通常の操舵におけるより素早く操作される。具体的には、この前半においては、後輪のタイヤがグリップ力を喪失し始め、車両がスピンし始めるため、運転者はそのスピン傾向ができる限り早く消滅するようにステアリングホイールを通常の操舵におけるより素早く中立位置に戻す。しかし、後輪のタイヤは未だグリップ力を回復せず、車両のスピン傾向が消滅せず、結局、実ヨーレイトは、操舵角の減少に敏感に反応して0に接近するのではなく、緩やかにしか0に接近しない。その結果、図14の(a)に示すように、実ヨーレイトが操舵角に基づく目標ヨーレイトより大きくなる。そのため、目標ヨーレイト追従制御により、実ヨーレイトを目標ヨーレイトに一致させるのに適当な制御ヨーモーメントCYMが車両に発生するように後輪が転舵される。実ヨーレイトと目標ヨーレイトとの差を埋める制御ヨーモーメントCYMが後輪によって車両に発生させられるのである。

【0009】ステアリングホイールを素早く戻しても車両のスピン傾向が十分に消滅しない場合には、運転者はステアリングホイールをさらに同じ回転方向に素早く操作し続け、右旋回位置と左旋回位置とのうち車両の旋回方向に一致しない旋回位置に操作する。その結果、図の(b)に示すように、前輪が車両の旋回方向とは逆向きに転舵され、操舵角に基づく目標ヨーレイトと実ヨーレイトとの向きが逆向きとなり、後輪がさらに大きく車両の旋回方向と同じ向きに転舵され、車両の制御ヨーモーメントCYMが増加させられる。

【0010】その後、カウンタステアのうちの後半が開始される。この後半においては、一般に、運転者は図12に示すように、まず、ステアリングホイールを大舵角ではば一定に保持する。このとき、実ヨーレイトは依然として緩やかにしか0に接近しない。しかし、その後、後輪のタイヤがグリップ力を回復し、実ヨーレイトがやや素早く0に接近し始め、やがて0に戻る。これに対し、操舵角は実ヨーレイトが0に戻る時期（図において「t₁」で表す）より遅い時期（図において「t₂」で表す）にはじめて0に戻る。このように、実ヨーレイトが0となった時期にちょうど操舵角が0とならないが、これは、運転者が実ヨーレイトを増加させたいためにあえて操舵角を0としないのではなく、実ヨーレイトが0になったことに迅速に反応してステアリングホイールを中立位置に戻すことができないからである。

【0011】そのため、実ヨーレイトが0に戻った後にも0でない操舵角に基づいて目標ヨーレイト追従制御を実行すると、図14の(c)に示すように、実ヨーレイトが0であって、後輪による制御ヨーモーメントCYM

によって打ち消すべきヨーモーメントが車両に発生していないにもかかわらず、操舵角に基づいて後輪が車両の旋回方向と同じ向きに転舵される状態が継続され、不要な制御ヨーモーメントCYMが車両に発生させられてしまう。その結果、カウンタステア終了時に、その制御ヨーモーメントCYMによって予定外に車両がこれまでとは逆向きにヨー運動をさせられ、車両にふらつきが発生してしまう。

【0012】このように、カウンタステアのうちの後半においては、先に、実ヨーレイトが0に近づく傾向が現れ、後に、操舵角が0に近づく傾向が現れるのが一般的であるため、カウンタステアのうちの後半にも操舵角に基づいて車両挙動を制御する従来装置では、実ヨーレイトが0に戻った後にも車両に制御ヨーモーメントが発生させられ、カウンタステア終了時に車両挙動が迅速に収束しないという問題があったのである。

【0013】以上、時定数τが固定値である一般的な従来装置が有する問題を説明したが、この問題は、前記公報に記載されている、時定数τが可変値である従来装置においても現れ、しかも、時定数τを固定値とする一般的な従来装置におけるより顕著に現れる。なぜなら、時定数τを可変値とする従来装置では、ステアリングホイールの切戻し時には、時定数τが大きくなり、操舵角の減少に対して後輪舵角が敏感に反応しないから、操舵角が0になった後にも、時定数τに応じた長い時間の間、後輪舵角が0に復元することが妨げられるからである。

【0014】なお、上記の説明では、カウンタステアの前半の開始時期が、ステアリングホイールの旋回位置が車両の旋回方向と一致する時期であって、車両がスピンし始めて運転者がステアリングホイールを戻し始めた時期であると定義されているが、例えば、車両がスピンし始めて運転者がステアリングホイールを戻し始めた時期以後の時期であって、ステアリングホイールが車両の旋回方向と一致しない旋回位置に初めて操作された時期であると定義することもできる。

【0015】以上、従来の車両挙動制御装置が有する問題を具体的に説明したが、請求項1および2の各発明は、カウンタステアのうちの少なくとも後半に当たる時期には目標ヨーレイト追従制御の実行時におけるほどには大きな制御ヨーモーメントが車両に発生しないようにすることにより、カウンタステア終了時における車両挙動の収束性を向上させることを課題としてなされたものである。

【0016】特に、請求項2の発明は、カウンタステアのうちの少なくとも後半に当たる時期には目標ヨーレイト追従制御に代えて実ヨーレイト応答制御を実行することにより、さらに、カウンタステア終了前における車両挙動の安定性を確保しつつ、カウンタステア終了後における車両挙動の収束性を向上させることをも課題としてなされたものである。

10

20

30

40

50

【0017】

【課題を解決するための手段】それぞれの課題を解決するために、請求項1の発明は、前述の操舵角センサ、ヨーレイトセンサ、ヨーモーメント制御機構およびコントローラを含む車両挙動制御装置において、車両旋回中に後輪が旋回外側に滑ったときに運転者が車両の向きを修正するためにステアリングホイールによって行うカウンタステアであって、前半には、ステアリングホイールを前輪の向きが車両の旋回方向と逆向きになるように操作し、後半には、ステアリングホイールを中立位置に向かって戻すカウンタステアのうちの少なくとも後半に当たる時期に作動し、前記ヨーモーメント制御機構によって前記車両に発生させられるヨーモーメントを、それ以外の時期に実行される目標ヨーレイト追従制御と同じ制御を実行した場合におけるより低減させるカウンタステア時ヨーモーメント低減手段を設けたことを特徴とする。

【0018】なお、ここに「カウンタステア」は、前半には、ステアリングホイールを前輪の向きが車両の旋回方向と逆向きになるように通常の操舵におけるより素早く操作し、後半には、ステアリングホイールをその操舵角をほぼ一定に保持した後に中立位置に向かって戻す操舵であると定義されるのが一般的であるが、これに限定されず、他の定義を採用することも可能である。

【0019】また、上記において「中立位置に向かって戻す」とは、例えば、ステアリングホイールを中立位置と実質的に一致する位置に操作する場合のみならず、中立位置に近い位置に操作する場合をも含む意味である。

【0020】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記コントローラを、前記目標ヨーレイト追従制御と、前記ヨーレイトセンサにより検出された実ヨーレイトに基づき、前記車両の実ヨーレイトが0に近づくように前記ヨーモーメント制御機構を制御する実ヨーレイト応答制御とをそれぞれ実行可能なものとするとともに、前記カウンタステア時ヨーモーメント低減手段を、前記カウンタステアのうちの少なくとも後半にあたる時期には前記コントローラに前記実ヨーレイト応答制御を実行させ、それ以外の時期にはコントローラに目標ヨーレイト追従制御を実行させる制御方式選択手段を含むものとしたことを特徴とする。

【0021】

【作用】カウンタステアのうちの後半においては、先に、実ヨーレイトが0に近づく傾向が現れ、後に、操舵角が0に近づく傾向が現れるのが一般的である。そのため、カウンタステアのうちの後半に当たる時期にも操舵角に基づいて車両挙動を制御したのでは、実ヨーレイトが0となったとき、本来であれば車両に制御ヨーモーメントを発生させる必要がないにもかかわらず実際には制御ヨーモーメントが発生させられ、車両がこれまでとは逆向きのヨー運動をさせられてしまう。

【0022】そこで、請求項1または2の発明に係る車

両挙動制御装置においては、カウンタステアのうちの少なくとも後半に当たる時期にはカウンタステア時ヨーモーメント低減手段が作動し、ヨーモーメント制御機構によって車両に発生させられるヨーモーメントが低減させられる。すなわち、それ以外の時期において実行される目標ヨーレイト追従制御と同じ制御を実行した場合に比較して車両に発生させられるヨーモーメントが小さくされ、これにより、結果的に、実ヨーレイトが0となったときに車両に発生させられるヨーモーメントができる限り小さくなるようにされるのである。したがって、本発明によれば、カウンタステア終了時に車両挙動を迅速に収束させることが容易となる。

【0023】特に、請求項2の発明に係る車両挙動制御装置においては、カウンタステアのうちの少なくとも後半に当たる時期には、カウンタステア時ヨーモーメント低減手段における制御方式選択手段がコントローラに目標ヨーレイト追従制御に代えて実ヨーレイト応答制御を実行させる。実ヨーレイト応答制御は実ヨーレイトに基づき、車両の実ヨーレイトが0となるように車両のヨーモーメントを制御するものであり、実ヨーレイトが0である場合には、車両にほとんどヨーモーメントを発生させない。したがって、本発明によれば、実ヨーレイトが0であればたとえ操舵角が0でなくとも車両に不要なヨーモーメントが発生させられずに済み、カウンタステア終了時に車両挙動を迅速に収束させることが容易となる。

【0024】ところで、請求項1の発明は、カウンタステアのうちの少なくとも後半に当たる時期には、ヨーモーメント制御機構の作動を実質的に停止させることにより、目標ヨーレイト追従制御の実行時ほどには大きなヨーモーメントが車両に発生しない態様で実施可能である。しかし、この態様では、カウンタステアのうちの少なくとも後半に当たる時期に、車両が横風を受けたり、路面の左右で摩擦係数が互いに異なるまたぎ路に進入したりなどして、車両に外乱ヨーモーメントが作用した場合に、車両挙動を積極的に制御することができない。

【0025】これに対し、請求項2の発明に係る車両挙動制御装置においては、カウンタステアのうちの少なくとも後半に当たる時期には、実ヨーレイト応答制御により、カウンタステア終了時における車両挙動の収束性を確保しつつ、実ヨーレイトに基づいて車両挙動が積極的に制御されるため、車両の安全性も向上する。

【0026】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、請求項1および2の各発明によれば、カウンタステア時ににおいて実ヨーレイトが十分に0に近くなった後には実ヨーレイトを増加させるヨーモーメントが車両にできる限り発生しないようにされるため、カウンタステア終了時における車両挙動の収束性が向上するという効果が得られる。

【0027】特に、請求項2の発明によれば、カウンタステア終了時における車両挙動の安定性の確保とカウンタステア終了時における車両挙動の収束性の向上とを両立させることができるという効果も得られる。

【0028】

【発明の望ましい実施態様】以下、各請求項の発明の望ましい実施態様をいくつか列挙する。

(1) 請求項1の車両挙動制御装置であって、さらに、車両の走行速度である車速を検出する車速センサを有し、かつ、前記コントローラが、前記操舵角センサにより検出された操舵角と前記車速センサにより検出された車速とに基づき、車両が定常円旋回状態にある場合に車両に発生するヨーレイトとして前記車両の目標ヨーレイトを決定し、前記ヨーレイトセンサにより検出される実ヨーレイトがその決定した目標ヨーレイトに追従するように前記ヨーモーメント制御機構を制御する目標ヨーレイト追従制御を実行するものである車両挙動制御装置。

(2) 請求項2の車両挙動制御装置であって、前記コントローラが、前記目標ヨーレイト追従制御と、前記ヨーレイトセンサにより検出された実ヨーレイトに比例した制御量で、前記車両の実ヨーモーメントが0に近づく向きに前記ヨーモーメント制御機構を制御する、前記実ヨーレイト応答制御としての、実ヨーレイト比例制御とをそれぞれ実行可能なものであり、前記制御形式選択手段が、前記カウンタステアのうちの少なくとも後半に当たる時期には前記コントローラに前記実ヨーレイト比例制御を実行させ、それ以外の時期にはコントローラに目標ヨーレイト追従制御を実行させるものである車両挙動制御装置。

(3) 請求項1の車両挙動制御装置であって、前記カウンタステア時ヨーモーメント低減手段が、カウンタステアのうちの少なくとも後半に当たる時期にも前記コントローラに前記目標ヨーレイト追従制御を実行させるとともに、その目標ヨーレイト追従制御における目標ヨーレイトの操舵角に対する応答性を、カウンタステアのうちの少なくとも後半に当たる時期においてそれ以外の時期におけるより敏感にする操舵角応答性変更手段を含む車両挙動制御装置。この実施態様においては、カウンタステアのうちの少なくとも後半に当たる時期においてそれ以外の時期におけるより、目標ヨーレイトの操舵角応答性が敏感とされるから、前記公報に記載された従来装置のように、ステアリングホイールの切戻し時に時定数 τ を大きくして目標ヨーレイトの操舵角応答性を鈍感にする場合に比較し、操舵角が0に近くなったときにおけるヨーモーメント、すなわち、カウンタステア終了時に車両挙動の収束を妨げるヨーモーメントの発生が抑制される。

(4) (3)の車両挙動制御装置であって、前記操舵角応答性変更手段が、カウンタステアのうちの少なくとも後半に当たる時期にも前記コントローラに前記目標ヨーレイト

ト追従制御を、前記操舵角を入力、前記目標ヨーレイトを出力とする制御系が1次遅れ系となるように実行させ、かつ、その1次遅れ系を記述する伝達関数における時定数 τ を、カウンタステアのうちの少なくとも後半に当たる時期においてそれ以外の時期におけるより小さくする時定数変更手段である車両挙動制御装置。この実施態様においては、カウンタステアのうちの少なくとも後半に当たる時期においてそれ以外の時期におけるより時定数 τ が小さくされ、操舵角の0への復元に敏感にตอบสนองして目標ヨーレイトが0に接近するから、前記公報に記載された従来装置のように、ステアリングホイールの切戻し時に時定数 τ を大きくする場合に比較し、カウンタステア終了時に車両挙動の収束を妨げるヨーモーメントの発生が抑制される。

(5) 請求項1の車両挙動制御装置であって、前記カウンタステア時ヨーモーメント低減手段が、カウンタステアのうちの後半に当たる時期に前記コントローラに、それ以外の時期に実行される前記目標ヨーレイト追従制御とは異なる形式の代替制御であってその目標ヨーレイト追従制御を実行した場合におけるより低減されたヨーモーメントを車両に発生させるものをカウンタステア後半制御として実行させるカウンタステア後半制御実行手段を含む車両挙動制御装置。なお、代替制御は例えば、後輪舵角を保持したり、後輪舵角を0に戻したり、後輪スリップ角を0としたりすることによって実現可能である。なお、後輪舵角とは、車両の向きを基準にして後輪の向きを表す物理量であり、一方、後輪スリップ角は、車両の進行方向を基準にして後輪の向きを表す物理量である。

(6) (5)の車両挙動制御装置であって、前記カウンタステア時ヨーモーメント低減手段が、さらに、カウンタステアのうちの前半に当たる時期に前記コントローラに、それ以外の時期に実行される前記目標ヨーレイト追従制御とは異なる形式の代替制御であってその目標ヨーレイト追従制御を実行した場合におけるより低減されたヨーモーメントを車両に発生させるものをカウンタステア前半制御として実行させるカウンタステア前半制御実行手段を含む車両挙動制御装置。なお、ここでの代替制御も先の代替制御の場合と同様に、例えば、後輪舵角を保持したり、後輪舵角を0に戻したり、後輪スリップ角を0としたりすることによって実現可能である。

(7) (1)ないし(6)、請求項1または2の車両挙動制御装置であって、前記カウンタステア時ヨーモーメント低減手段が、前記ステアリングホイールの操舵角と車両の実ヨーレイトとの関係に基づき、ステアリングホイールの現在の操舵状態が前記カウンタステアの前半に該当するか後半に該当するかを判定する操舵状態判定手段を有する車両挙動制御装置。なお、操舵状態判定手段は例えば、操舵角が通常の操舵状態におけるより素早く変化するにもかかわらず実ヨーレイトが緩やかにしか0に接近

10

20

30

40

50

しない場合に、カウンタステア前半に該当すると判定し、カウンタステア前半に該当すると判定した後に操舵角が緩やかに0に接近する状態に至った場合に、カウンタステア後半に該当すると判定するものとすることができ。

(8) (1) ないし(7)、請求項1または2の車両挙動制御装置であって、前記ヨーモーメント制御機構が、車両の前輪と後輪との少なくとも一方と路面との間に発生する横力を制御することによって前記ヨーモーメントを制御する横力制御型である車両挙動制御装置。

(9) (8)の車両挙動制御装置であって、前記横力制御型ヨーモーメント制御機構が、車両の前輪と後輪との少なくとも一方の舵角を制御する舵角アクチュエータを有し、その舵角を制御することによって車輪の横力を制御する舵角制御型である車両挙動制御装置。

(10) (1) ないし(7)、請求項1または2の車両挙動制御装置であって、前記ヨーモーメント制御機構が、車両の各輪と路面との間に発生する前後力の、左右輪間における差である前後力左右差を制御することによって前記ヨーモーメントを制御する前後力左右差制御型である車両挙動制御装置。

(11) (10)の車両挙動制御装置であって、前記前後力左右差制御型のヨーモーメント制御機構が、車両の各輪の駆動トルクと制動トルクとの少なくとも一方である回転トルクを制御する回転トルク制御機構を有する車両挙動制御装置。

(12) (11)の車両挙動制御装置であって、前記回転トルク制御機構が、車両の各輪のブレーキシリンダの圧力を制御することによって各輪の制動トルクを制御する圧力制御機構を有する車両挙動制御装置。

【0029】

【実施例】以下、各請求項の発明を図示の実施例に基づいて具体的に説明する。図示の実施例である車両挙動制御装置は4輪車両に搭載されている。この4輪車両においては、図1に示すように、運転者によって回転操作されるステアリングホイール10がパワーアシスト機能付きの前輪操舵機構12を介して左右前輪14に連携させられており、ステアリングホイール10の操舵角(回転角) θ_s に応じて左右前輪14の舵角 θ_f が機械的に変化させられる。左右後輪22には後輪舵角アクチュエータ24を備えた後輪操舵機構26が連携させられており、左右後輪22の舵角 θ_r が電気的に変化させられる。後輪舵角アクチュエータ24の駆動源は圧力源としたり、電動モータとすることができる。なお、左右前輪14は非駆動輪、左右後輪22は駆動輪である。

【0030】車両挙動制御装置は図2に示すようにコントローラ30を備えている。コントローラ30は、CPU32、ROM34およびRAM36を含むコンピュータ38を主体として構成されている。このコントローラ30の入力側には、操舵角センサ40、車速センサ4

2、ヨーレイトセンサ44および後輪舵角センサ46が接続されている。操舵角センサ40は、運転者によるステアリングホイール10の操舵角 θ_s を、車両左旋回を正、右旋回を負として検出する。車速センサ42は車両の走行速度である車速Vを検出する。ヨーレイトセンサ44は車両の実ヨーレイト $\dot{\theta}$ を、車両左旋回を正、右旋回を負として検出する。後輪舵角センサ46は後輪舵角 θ_r を検出する。一方、コントローラ30の出力側には、前記後輪舵角アクチュエータ24が接続されている。

【0031】ROM34には、図3および図4にフローチャートで表されているカウンタステア判定ルーチンおよび図5にフローチャートで表されている後輪舵角制御ルーチンを始めとする各種制御プログラムが予め記憶されており、CPU32がRAM36を利用しつつそれら制御プログラムを実行することにより、後輪舵角制御を実行する。以下、それらカウンタステア判定ルーチンおよび後輪舵角制御ルーチンの内容を順に説明する。

【0032】カウンタステア判定ルーチンは、ステアリングホイール10の操舵角 θ_s と車両の実ヨーレイト $\dot{\theta}$ との関係から、ステアリングホイール10の操舵状態が通常状態にあるかカウンタステア状態にあるかを判定し、さらに、カウンタステア状態のうちの前半に該当するか後半に該当するかを判定するルーチンである。なお、本実施例においては、「カウンタステア」は、前半には、ステアリングホイールを前輪14の向きが車両の旋回方向と逆向きになるように通常の操舵におけるより素早く操作し、後半には、ステアリングホイールをその操舵角をほぼ一定に保持した後に中立位置に戻す操舵であると定義されている。

【0033】具体的には、カウンタステア判定ルーチンは、図6に示すように、操舵状態を、-2、-1、0、1、2という5種類のモードに分類して判定する。モード0は通常状態、すなわち、タイヤがグリップしている状態で直進走行または旋回走行している状態を示す。モード1と2は、いずれも、左旋回時、すなわち、実ヨーレイト $\dot{\theta}$ が正のときにおけるカウンタステア状態を示すモードであるが、モード1は、カウンタステア状態の前半にあることを示し、モード2は、後半にあることを示す。モード-1と-2は、いずれも、右旋回時、すなわち、実ヨーレイト $\dot{\theta}$ が負のときにおけるカウンタステア状態を示すモードであるが、モード-1は、カウンタステア状態の前半にあることを示し、モード-2は、後半にあることを示す。

【0034】カウンタステア判定ルーチンはまた、次のような原理に基づいて操舵状態を判定する。操舵角 θ_s と実ヨーレイト $\dot{\theta}$ の間には、図12に示すように、通常状態(グリップ期間)からカウンタステア状態に移行すると、その当初には、操舵角 θ_s が急変するのに対し、実ヨーレイト $\dot{\theta}$ が緩やかに0に接近するという関係

があり、また、カウンタステア状態において前半から後半に移行すると、その当初には、操舵角 θ 、がほぼ一定に保たれるか、または緩やかに0に接近する一方、実ヨーレイト γ が緩やかに0に接近するという関係がある。また、カウンタステア状態が終了すると、例えば、実ヨーレイト γ が0に近い設定値以下となる状態が続くのが普通である。

【0035】そこで、このカウンタステア判定ルーチンにおいては、それらの事実に基づき、図7に示すように、実ヨーレイト γ の時間微分値である実ヨーレイト微分 $d\gamma$ については、ともに正の設定値である $d\gamma_1$ と $d\gamma_2$ であって $d\gamma_1 > d\gamma_2$ であるものが設けられ、実ヨーレイト γ が正のとき（左旋回時）には、実ヨーレイト微分 $d\gamma$ が $-d\gamma_1$ 以上 $d\gamma_2$ 以下であるときに、実ヨーレイト γ が緩やかに0に接近していると判定され、一方、実ヨーレイト γ が負のとき（右旋回時）には、実ヨーレイト微分 $d\gamma$ が $-d\gamma_1$ 以上 $d\gamma_2$ 以下であるときに、実ヨーレイト γ が緩やかに0に接近していると判定される。

【0036】これに対し、操舵角 θ 、の時間微分値である操舵角微分 $d\theta$ 、については、ともに正の設定値である $d\theta_{s1}$ と $d\theta_{s2}$ であって $d\theta_{s1} > d\theta_{s2}$ であるものが設けられ、実ヨーレイト γ が正のときには、操舵角微分 $d\theta$ 、が $-d\theta_{s1}$ より小さいときに、操舵角 θ 、が急変していると判定され、一方、実ヨーレイト γ が負のときには、操舵角微分 $d\theta$ 、が $d\theta_{s1}$ より大きいときに、操舵角 θ 、が急変していると判定される。また、実ヨーレイト γ が正であるか負であるかを問わず、操舵角微分 $d\theta$ 、の絶対値が $d\theta_{s2}$ 以下であるときには、操舵角 θ 、がほぼ一定に保たれていると判定される。

【0037】そして、このカウンタステア判定ルーチンにおいては、図7に示すように、操舵角微分 $d\theta$ 、が $-d\theta_{s1}$ より小さく、かつ、実ヨーレイト微分 $d\gamma$ が $-d\gamma_1$ 以上 $d\gamma_2$ 以下であるときに、モードが1、すなわち、左旋回時のカウンタステア状態の前半であると判定され、また、操舵角微分 $d\theta$ 、の絶対値が $d\theta_{s2}$ 以下であり、かつ、実ヨーレイト微分 $d\gamma$ が $-d\gamma_1$ 以上 $d\gamma_2$ 以下であるときに、モードが2、すなわち、左旋回時のカウンタステア状態の後半であると判定される。また、操舵角微分 $d\theta$ 、が $d\theta_{s1}$ より大きく、かつ、実ヨーレイト微分 $d\gamma$ が $-d\gamma_1$ 以上 $d\gamma_2$ 以下であるときに、モードが-1、すなわち、右旋回時のカウンタステア状態の前半であると判定され、また、操舵角微分 $d\theta$ 、の絶対値が $d\theta_{s2}$ 以下であり、かつ、実ヨーレイト微分 $d\gamma$ が $-d\gamma_1$ 以上 $d\gamma_2$ 以下であるときに、モードが-2、すなわち、右旋回時のカウンタステア状態の後半であると判定される。

【0038】ただし、このカウンタステア判定ルーチンにおいては、その判定が操舵角微分 $d\theta$ および実ヨーレイト微分 $d\gamma$ の各時期における検出値そのものを用いて

行われるのではなく、ある期間内に取得された複数の検出値の平均値を用いて行われ、これにより、検出ばらつきによる誤判定が回避されている。

【0039】また、カウンタステア判定ルーチンにおいては、過去設定数回にわたり連続して実ヨーレイト γ の絶対値 $|\gamma|$ が0に近い正の設定値 γ 、より小さいか否かが判定され、その条件が満たされた場合には、一回のカウンタステアが終了したと推定されるから、カウンタステア判定が禁止され、モードが0に復元される。なお、車速 V が0に近い正の設定値 V 、より小さくなった場合にも、カウンタステア判定が禁止される。車速 V が十分に小さい場合には、車両がカウンタステアが必要になる状態に陥ることがほとんどないと考えられるからである。

【0040】以上、カウンタステア判定ルーチンを概略的に説明したが、次に、図3および図4に基づいて具体的に説明する。カウンタステア判定ルーチンは一定時間毎に繰り返し実行される。各回の実行時にはまず、ステップS1（以下単に「S1」で表す。他のステップについても同じ）において、操舵角センサ40からは操舵角の今回値 $\theta_{(n)}$ 、ヨーレイトセンサ44からは実ヨーレイトの今回値 $\gamma_{(n)}$ 、がそれぞれ読み込まれる。

【0041】さらに、同ステップにおいては、操舵角微分 $d\theta$ 、につき、今回から過去 k 回前までに取得された $(k+1)$ 個の検出値の平均値が、

$$(\theta_{(n)} - \theta_{(n-k)}) / (k \cdot T)$$

なる式を用いて算出される。また、それと同様にして実ヨーレイト微分 $d\gamma$ の平均値が、

$$(\gamma_{(n)} - \gamma_{(n-k)}) / (k \cdot T)$$

なる式を用いて算出される。いずれの式においても、

「T」は、本ルーチンの実行周期、すなわち、操舵角 θ 、および実ヨーレイト γ のサンプリングタイムである。以下、そのようにして算出された平均値を単に「操舵角微分 $d\theta$ 、」および「実ヨーレイト微分 $d\gamma$ 」で表す。

【0042】次に、S2において、カウンタステア判定禁止条件が成立するか否かが判定される。前述のように、過去設定数回にわたり連続して実ヨーレイト γ の絶対値 $|\gamma|$ が設定値 γ 、より小さいか、または車速 V が設定値 V 、より小さいか否かが判定されるのであり、今回はそのカウンタステア判定禁止条件が成立すると仮定すれば、判定がYESとなり、S17において、モードが0とされ、以上で本ルーチンの一回の実行が終了する。なお、モードは、コンピュータ38の電源投入に伴って0に初期設定され、また、最新の内容がRAM36に記憶される。

【0043】その後、S1、S2およびS17の実行が繰り返されるうちに、実ヨーレイト γ の絶対値が設定値 γ 、より小さい状態が連続する状態でなくなり、かつ、車速 V が設定値 V 、以上となったと仮定すれば、カウンタステア判定禁止条件が成立しなくなり、S2の判定が

NOとなり、S3以下のステップに移行する。

【0044】まず、S3においては、モードが0であるか否かが判定される。今回は0であるから判定がYESとなり、S4において、実ヨーレイト γ の今回値 $\gamma_{(n)}$ の絶対値が正の設定値 γ より大きいかが判定される。実ヨーレイト γ の今回値 $\gamma_{(n)}$ の絶対値が0に近い場合には、カウンタステアが必要となることはほとんどないと考えられるからである。実ヨーレイト γ の今回値 $\gamma_{(n)}$ の絶対値が設定値 γ 以下であると仮定すれば、判定がNOとなり、S5において、計数値Cが0に復元され、以上で本ルーチンの一回の実行が終了する。

【0045】その後、S1～S5の実行が繰り返されるうちに実ヨーレイト γ の今回値 $\gamma_{(n)}$ の絶対値が設定値 γ より大きくなったと仮定すれば、S4の判定がYESとなり、S6において、実ヨーレイト γ の今回値 $\gamma_{(n)}$ が正であるか否かが判定される。

【0046】実ヨーレイト γ が正である場合には、S6の判定がYESとなり、S7において、前記操舵角微分 $d\theta$ が設定値 $-d\theta_s$ より小さいかが判定される。操舵角 θ が急変しているか否かが判定されるのである。操舵角微分 $d\theta$ が設定値 $-d\theta_s$ より小さくないと仮定すれば判定がNOとなり、S5を経て直ちに本ルーチンの一回の実行が終了するが、操舵角微分 $d\theta$ が設定値 $-d\theta_s$ より小さいと仮定すれば判定がYESとなり、S8に移行する。S8においては、前記実ヨーレイト微分 $d\gamma$ が設定値 $-d\gamma$ 以上設定値 $d\gamma$ 以下であるか否かが判定される。実ヨーレイト γ が緩やかに0に接近しているか否かが判定されるのである。実ヨーレイト微分 $d\gamma$ が設定値 $-d\gamma$ 以上設定値 $d\gamma$ 以下でない場合には判定がNOとなり、S5を経て直ちに本ルーチンの一回の実行が終了するが、実ヨーレイト微分 $d\gamma$ が設定値 $-d\gamma$ 以上設定値 $d\gamma$ 以下である場合には判定がYESとなり、S9において、計数値Cが1増加させられ、S10において、計数値Cが正の設定値 $m1$ 以上であるか否かが判定される。今回は計数値Cが設定値 $m1$ 以上ではないと仮定すれば、判定がNOとなり、直ちに本ルーチンの実行が終了する。

【0047】その後、S1～S4およびS6～S10の実行が繰り返されることにより計数値Cが設定値 $m1$ 以上となればS10の判定がYESとなり、S11において、モードが1に設定される。今回は左旋回中にカウンタステアが行われ、かつ、そのカウンタステアのうちの前半に当たると判定されるのである。その後、S5において、計数値Cが0に復元され、本ルーチンの一回の実行が終了する。

【0048】これに対し、実ヨーレイト γ が負である場合には、S12～S16が実ヨーレイト γ が正の場合に準じて実行される。まず、S12において、操舵角微分 $d\theta$ が設定値 $d\theta_s$ より大きいかが判定される。大きくないと仮定すれば判定がNOとなり、S5を経て

本ルーチンの一回の実行が終了するが、大きいと仮定すれば判定がYESとなり、S13に移行する。このS13においては、実ヨーレイト微分 $d\gamma$ が設定値 $-d\gamma$ 以上設定値 $d\gamma$ 以下であるか否かが判定され、実ヨーレイト微分 $d\gamma$ がその範囲に含まれない場合には判定がNOとなり、S5を経て本ルーチンの一回の実行が終了するが、実ヨーレイト微分 $d\gamma$ がその範囲に含まれる場合には判定がYESとなり、S14に移行する。このS14においては、計数値Cが1減少させられ、S15において、計数値Cが設定値 $-m1$ 以下であるか否かが判定される。計数値Cが設定値 $-m1$ 以下でない場合には、判定がNOとなり、直ちに本ルーチンの実行が終了するが、設定値 $-m1$ 以下である場合には、判定がYESとなり、S16において、モードが-1に設定される。今回は右旋回中にカウンタステアが行われ、かつ、そのカウンタステアのうちの前半に当たると判定されるのである。その後、S5において、計数値Cが0に復元され、本ルーチンの一回の実行が終了する。

【0049】以上、モードが0から1または-1に変化する場合について説明したが、次に、モードが1または-1から2または-2に変化する場合について説明する。

【0050】モードは現在1または-1であると仮定されているから、S3の判定がNOとなり、図4のS20に移行する。このS20においては、モードが現在1であるか否かが判定される。モードが現在1である場合には、S20の判定がYESとなり、S21において、前記操舵角微分 $d\theta$ の絶対値が設定値 $d\theta_s$ 以下であるか否かが判定される。操舵角 θ がほぼ一定に保持されているか否かが判定されるのである。操舵角微分 $d\theta$ の絶対値が設定値 $d\theta_s$ 以下ではないと仮定すれば判定がNOとなり、S22において、計数値Cが0に復元された後、本ルーチンの一回の実行が終了する。これに対し、操舵角微分 $d\theta$ の絶対値が設定値 $d\theta_s$ 以下であると仮定すれば、S21の判定がYESとなり、S23において、前記実ヨーレイト微分 $d\gamma$ が設定値 $-d\gamma$ 以上設定値 $d\gamma$ 以下であるか否かが判定される。実ヨーレイト微分 $d\gamma$ がその範囲に含まれないと仮定すれば、判定がNOとなり、S22を経て本ルーチンの一回の実行が終了する。これに対し、実ヨーレイト微分 $d\gamma$ がその範囲に含まれると仮定すれば、S23の判定がYESとなり、S24において、計数値Cが1増加させられ、S25において、計数値Cが正の設定値 $m2$ 以上であるか否かが判定される。今回は計数値Cが設定値 $m2$ 以上ではないと仮定すれば、判定がNOとなり、直ちに本ルーチンの実行が終了する。

【0051】その後、図3のS1～S3および図4のS20、S21、S23～S25の実行が繰り返されることにより計数値Cが正の設定値 $m2$ 以上となればS25の判定がYESとなり、S26において、モードが2に

10

20

30

40

50

設定される。今回は左旋回中にカウンタステアが行われ、かつ、カウンタステアのうちの後半に当たると判定されるのである。その後、S22において、計数値Cが0に復元され、本ルーチンの一回の実行が終了する。

【0052】これに対し、モードが現在1ではない場合には、S20の判定がNOとなり、S27において、モードが現在-1であるか否かが判定される。現在-1であると仮定すれば判定がYESとなり、S28~S32がモードが1である場合に準じて実行される。まず、S28において、前記操舵角微分 $d\theta$ 、の絶対値が設定値 $d\theta_{s1}$ 以下であるか否かが判定され、操舵角微分 $d\theta$ 、の絶対値が設定値 $d\theta_{s1}$ 以下でない場合には判定がNOとなり、S22を経て本ルーチンの一回の実行が終了し、操舵角微分 $d\theta$ 、の絶対値が設定値 $d\theta_{s1}$ 以下である場合には判定がYESとなり、S29に移行する。このS29においては、実ヨーレイト微分 $d\gamma$ が設定値 $-d\gamma_1$ 以上設定値 $d\gamma_1$ 以下であるか否かが判定される。実ヨーレイト微分 $d\gamma$ がその範囲に含まれない場合には、判定がNOとなり、S22を経て本ルーチンの一回の実行が終了し、実ヨーレイト微分 $d\gamma$ がその範囲に含まれる場合には、判定がYESとなり、S30において、計数値Cが1減少させられ、S31において、計数値Cが設定値 $-m2$ 以下であるか否かが判定される。今回は計数値Cが設定値 $-m2$ 以下ではない場合には、判定がNOとなり、直ちに本ルーチンの実行が終了し、計数値Cが設定値 $-m2$ 以下である場合には、判定がYESとなり、S32において、モードが-2に設定される。今回は右旋回中にカウンタステアが行われ、かつ、カウンタステアのうちの後半に当たると判定されるのである。その後、S22において、計数値Cが0に復元され、本ルーチンの一回の実行が終了する。

【0053】なお、モードが2となった場合には、S3の判定がNO、S20の判定もNO、S27の判定もNOとなり、S22において、計数値Cが0に復元されて本ルーチンの一回の実行が終了する。その後、今回のカウンタステアが終了すれば、カウンタステア判定禁止条件が成立し、S2の判定がYESとなり、S17において、モードが0に復元される。

【0054】次に、図5の後輪舵角制御ルーチンについて説明する。この後輪舵角制御ルーチンは、ステアリングホイール10の操舵状態が通常状態にある場合には、目標ヨーレイト追従制御を実行し、カウンタステア状態にある場合には、その前半にはカウンタステア前半制御、後半にはカウンタステア後半制御を行う。操舵状態が通常状態、カウンタステア状態および通常状態に順に変化するにつれて後輪舵角制御の制御形式が変化する様子が図8に表で示されている。

【0055】目標ヨーレイト追従制御においては、例えば、

$$\theta_r = K_1(V) \cdot (\gamma - \gamma_r)$$

なる式を用いて目標後輪舵角 θ_r が決定され、それが実現されるように後輪舵角アクチュエータ24が制御される。この式において、「 K_1 」は、車速Vに依存し、例えば図9にグラフで示すように変化する偏差ヨーレイト比例ゲインとすることができる。また、「 γ 」は実ヨーレイト、「 γ_r 」は目標ヨーレイトである。目標ヨーレイト γ_r は、車速Vと操舵角 θ 、とに基づき、車両が定常円旋回状態にあると仮定した場合に車両に発生すると予想されるヨーレイト γ として演算される。目標ヨーレイト γ_r は、例えば、操舵角 θ 、に対する目標ヨーレイト γ_r の応答が、

$$G(V) / (\tau \cdot s + 1)$$

なる伝達関数で表現されると仮定して演算することができる。ただし、

$G(V)$: 目標ヨーレイトゲイン

V : 車速

τ : 時定数 (固定値)

s : ラプラス演算子

なお、目標ヨーレイトゲインGは、車速Vに依存し、例えば図10にグラフで示すように変化するゲインとすることができる。

【0056】すなわち、この目標ヨーレイト追従制御においては、操舵角 θ 、を入力、目標ヨーレイト γ_r 、を出力とする制御系が1次遅れ系とされ、かつ、その1次遅れ系における時定数 τ が固定値とされているのである。

【0057】カウンタステア前半制御とカウンタステア後半制御とについて説明する。カウンタステア状態の前半には、実ヨーレイト γ が緩やかにしか0に接近しないにもかかわらず、運転者はステアリングホイール10を素早く操作する。そのため、この場合にも通常状態と同様に、操舵角 θ 、に応じて後輪舵角 θ_r 、を変化させると、後輪22が大きく転舵され、かえって車両挙動の安定度を低下させてしまうおそれがある。したがって、そのような不都合を回避するため、カウンタステア前半制御には、例えば、図8に示すように、実ヨーレイト比例制御(図において単に「比例制御」で表す)、実後輪舵角 θ 、を一定に保持する保舵制御、実後輪舵角 θ_r 、を0に接近させる後輪舵角零化制御、実後輪スリップ角 α_r 、を0に接近させる後輪スリップ角零化制御等を選ぶことが望ましい。

【0058】なお、実ヨーレイト比例制御においては、例えば、

$$\theta_r = K_2(V) \cdot \gamma$$

なる式を用いて目標後輪舵角 θ_r が演算され、それが実現されるように後輪舵角アクチュエータ24が制御される。この式において、「 K_2 」は、車速Vに依存し、例えば図11にグラフで示すように変化する実ヨーレイト比例ゲインとすることができる。また、「 γ 」は実ヨーレイトである。

【0059】これに対し、カウンタステア状態の後半に

は、前半におけると同様に、実ヨーレイトが緩やかにしか0に接近しないが、前半におけるより、タイヤのグリップが回復する方向にあると考えられる。また、後半には、運転者はステアリングホイール10をほぼ一定に保持するが、カウンタステア状態の終了間隙になると、図12に示すように、先に、実ヨーレイトが0となる傾向を示し、後に、操舵角 θ 、がやや素早く0に接近する傾向を示す。そのため、後半にも、操舵角 θ 、に応じて後輪舵角 θ_r 、を変化させると、実ヨーレイトが0となった時期に後輪舵角 θ_r 、が0とならず、実ヨーレイトが0に収束することを妨げるヨーモーメントを後輪22が車両に発生させることになってしまう。したがって、そのような不都合を回避するため、カウンタステア後半制御には、例えば、図8に示すように、実ヨーレイト比例制御、後輪舵角零化制御、後輪スリップ角零化制御等を選ぶことが望ましい。

【0060】次に、この後輪舵角制御ルーチンの内容を図5に基づいて具体的に説明する。本ルーチンは一定時間毎に繰り返し実行される。各回の実行時にはまず、S50において、RAM36からモードが読み込まれ、それが1または-1であるか否かが判定される。今回はモードが0であると仮定すれば、判定がNOとなり、S51において、後述の復帰制御を行う必要があるか否かが判定される。今回はその必要がないと仮定すれば、判定がNOとなり、S52において、目標ヨーレイト追従制御が実行される。以上で本ルーチンの一回の実行が終了する。

【0061】その後、モードが1または-1となったと仮定すると、S50の判定がYESとなり、S53において、その後モードが0に変化したか否かが判定される。今回はモードが0に変化してはいないと仮定すれば判定がNOとなり、S54においてモードが2または-2に変化したか否かが判定される。今回はモードが1または-1のままであると仮定すれば、判定がNOとなり、S55において、カウンタステア前半制御が実行される。

【0062】なお、目標ヨーレイト追従制御からカウンタステア前半制御に移行する際、後輪舵角 θ_r 、の目標値と実際値との偏差が設定値以下となるまでは、例えば後輪舵角 θ_r 、を設定速度で目標値に接近するように制御する如き移行制御を実行することが望ましい。後輪舵角 θ_r 、の急変に伴う車両挙動の急変を防止するためである。

【0063】その後、S53～S55から成るループの実行が繰り返され、モードが0に変化すればS53の判定がYESとなってそのループから抜け出し、モードが2または-2に変化すればS54の判定がYESとなってそのループから抜け出すことになる。モードが2または-2に変化したためにそのループを抜け出した場合には、S56において、その後モードが0に変化したか否かが判定される。今回はモードが2または-2のままで

あると仮定すれば、判定がNOとなり、S57において、カウンタステア後半制御が実行される。その後、S56およびS57から成るループの実行が繰り返され、モードが0に変化してS56の判定がYESとなれば、そのループから抜け出る。

【0064】モードが1または-1から0に変化してS53の判定がYESとなった場合と、モードが2または-2から0に変化してS56の判定がYESとなった場合とはいずれも、その後本ルーチンが実行されれば、S50の判定がNOとなり、S51において、復帰制御の要否が判定される。ここに「復帰制御」とは、カウンタステア前半制御またはカウンタステア後半制御から目標ヨーレイト追従制御にスムーズに復帰するための過渡的な制御であり、例えば、後輪舵角 θ_r 、の、復帰制御の開始時における実際値と、直ちに目標ヨーレイト追従制御を実行した場合の後輪舵角 θ_r 、の目標値との差がスムーズに埋められるように後輪舵角 θ_r 、を制御するものである。今回は復帰制御の必要があると仮定すれば、判定がYESとなり、S58において復帰制御が行われ、以上で本ルーチンの一回の実行が終了する。一方、今回は復帰制御の必要がないと仮定すれば、判定がNOとなり、S52において、直ちに目標ヨーレイト追従制御が実行される。

【0065】ここで、カウンタステア前半制御とカウンタステア後半制御と復帰制御とのそれぞれの具体例の望ましい組合せをいくつか説明する。まず、カウンタステア前半制御に実ヨーレイト比例制御を選んだ場合には、カウンタステア後半制御および復帰制御にそれぞれ次の具体例を選ぶことが望ましい。

(1) カウンタステア後半制御の具体例

- ① 実ヨーレイト比例制御をそのまま続行する。
- ② 実ヨーレイト比例制御を続行するが、そのまま続行するのではなく、ヨーレイト比例ゲイン K_r 、を通常値より減少させて続行する。
- ③ 後輪を中立位置に向かって設定速度で転舵し、中立位置に復元した後は後輪を保舵する。
- ④ ①の制御における目標後輪舵角と③の制御における目標後輪舵角とのうち絶対値が小さい方を実現する。
- ⑤ ②の制御における目標後輪舵角と③の制御における目標後輪舵角とのうち絶対値が小さい方を実現する。

(2) 復帰制御の具体例

- ① 目標ヨーレイト追従制御における目標後輪舵角と実ヨーレイト比例制御における目標後輪舵角との差が設定値以下になるまでは、実ヨーレイト比例制御を続行し、設定値以下になったときにはじめて、目標ヨーレイト追従制御に移行する。
- ② 目標ヨーレイト追従制御における目標後輪舵角が設定値以下になるまでは、後輪舵角を中立位置に復元して保持し、設定値以下になったときにはじめて、目標ヨーレイト追従制御に移行する。

【0066】次に、カウンタステア前半制御に保舵制御を選んだ場合には、カウンタステア後半制御および復帰制御にそれぞれ次の具体例を選ぶことが望ましい。

(1) カウンタステア後半制御の具体例

① 後輪を中立位置に向かって設定速度で転舵し、中立位置に復元した後は後輪を保舵する。

② 目標ヨーレイト追従制御における目標後輪舵角と①の制御における目標後輪舵角とのうち絶対値が小さい方を実現する。

(2) 復帰制御の具体例

目標ヨーレイト追従制御における目標後輪舵角が設定値以下になるまでは、後輪舵角を中立位置に復元して保持し、設定値以下になったときにはじめて、目標ヨーレイト追従制御に移行する。

【0067】以上の説明から明らかなように、本実施例によれば、カウンタステアのうちの後半において実ヨーレイト γ が0となった後は実ヨーレイト γ をこれまでとは逆向きに増加させることとなるヨーモーメントが車両に発生しないように後輪舵角 θ_r が制御されるため、カウンタステア終了時に車両のふらつきが抑制され、車両の操縦性が向上する。

【0068】なお付言すれば、本実施例においては、図3および図4に示すカウンタステア判定ルーチンにおける各種設定値 γ_r 、 $d\gamma_r$ 、 $d\gamma_r$ 等が固定値とされているが、例えば、路面の摩擦係数 μ を推定する推定手段を備えた車両においては、その推定された路面摩擦係数 μ が小さいほど各種設定値が小さくなる可変値とすることができる。このようにすれば、カウンタステアがより頻繁に行われる低 μ 路走行時においてカウンタステアの判定精度が向上し、ひいては、車両挙動の収束性が一層向上するという効果が得られる。

【0069】以上の説明から明らかなように、本実施例においては、後輪操舵機構26が各請求項の発明における「ヨーモーメント制御機構」の一例を構成し、コントローラ30のうち図3および図4のカウンタステア判定ルーチンを実行する部分と、図5のS50、51、53～58を実行する部分と、操舵角センサ40と、ヨーレイトセンサ44とが、請求項1の発明における「カウンタステア時ヨーモーメント低減手段」の一例および請求項2の発明における「制御方式選択手段」の一例をそれぞれ構成しているのである。

【0070】以上、各請求項の発明を図示の実施例に基づいて具体的に説明したが、この他にも特許請求の範囲を逸脱することなく、当業者の知識に基づいて種々の変形、改良を施した態様で各請求項の発明を実施すること

ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1および2の発明に共通の一実施例である車両挙動制御装置が搭載される4輪車両における操舵機構を示す平面図である。

【図2】その車両挙動制御装置の電気的な構成を示すブロック図である。

【図3】図2のROMに記憶されているカウンタステア判定ルーチンの一部を示すフローチャートである。

10 【図4】そのカウンタステア判定ルーチンの残りの部分を示すフローチャートである。

【図5】図2のROMに記憶されている後輪舵角制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図6】前記カウンタステア判定ルーチンにおいて用いられる各種モードの意味を表形式で説明する図である。

【図7】前記カウンタステア判定ルーチンの判定原理を説明するためのグラフである。

【図8】前記後輪舵角制御ルーチンにより実行される後輪舵角制御の制御形式が通常状態とカウンタステア状態とで異なることを表形式で示す図である。

【図9】前記後輪舵角制御ルーチンにおいて目標後輪舵角を演算する際に使用される偏差ヨーレイト比例ゲイン K_1 と車速 V との関係の一例を示すグラフである。

【図10】前記後輪舵角制御ルーチンにおいて目標ヨーレイトを演算する際に使用される目標ヨーレイトゲイン G と車速 V との関係の一例を示すグラフである。

【図11】前記後輪舵角制御ルーチンにおいて目標ヨーレイトを演算する際に使用される実ヨーレイト比例ゲイン K_2 と車速 V との関係の一例を示すグラフである。

30 【図12】カウンタステア状態における操舵角の時間的な変化と実ヨーレイトの時間的な変化相互の関係を説明するためのグラフである。

【図13】図12のグラフを取得するために行った車両走行試験を説明するための平面図である。

【図14】カウンタステア中にも目標ヨーレイト追従制御を行う場合に生ずる問題を説明するための平面図である。

【符号の説明】

10 ステアリングホイール

14 左右前輪

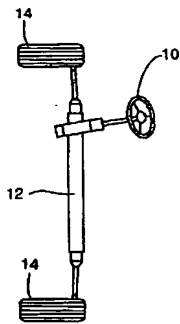
22 左右後輪

24 後輪舵角アクチュエータ

26 後輪操舵機構

30 コントローラ

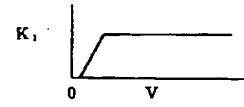
【図 1】



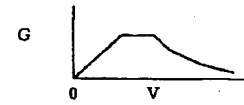
【図 6】

内 容		
$\tau-F$	2	カウンタステア状態の後半
	1	カウンタステア状態の前半
0	通常状態	
	-1	カウンタステア状態の前半
	-2	カウンタステア状態の後半

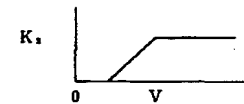
【図 9】



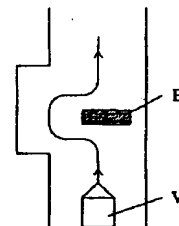
【図 10】



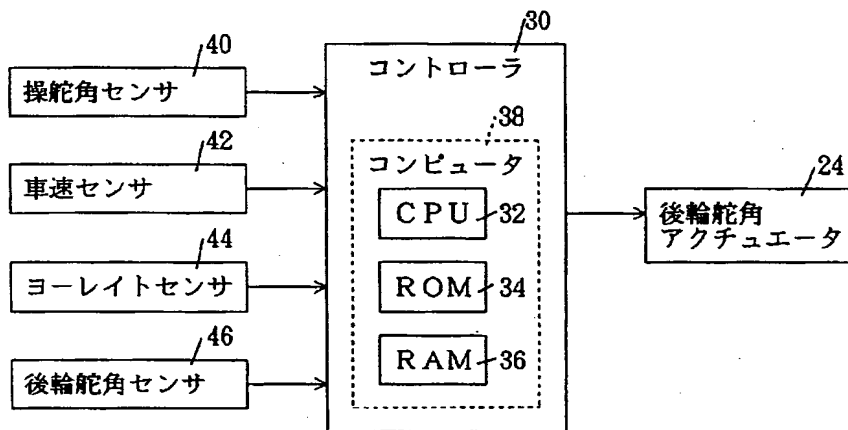
【図 11】



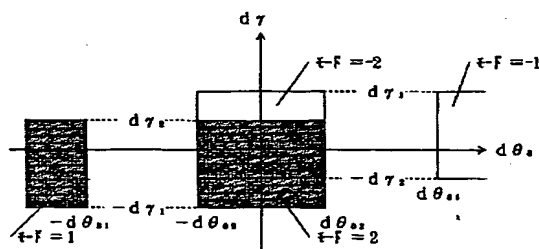
【図 13】



【図 2】



【図 7】

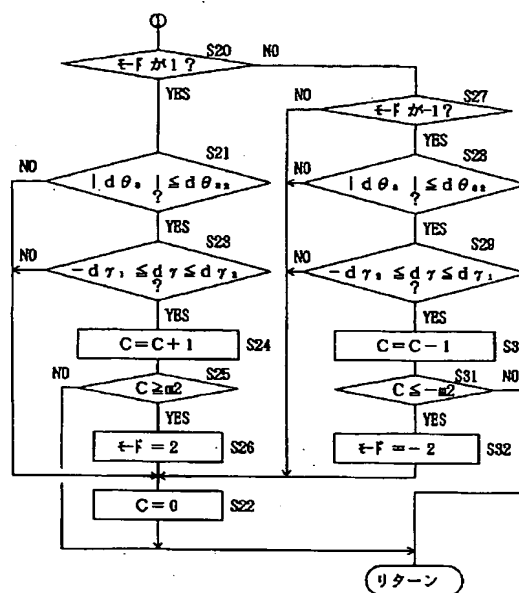


【図 8】

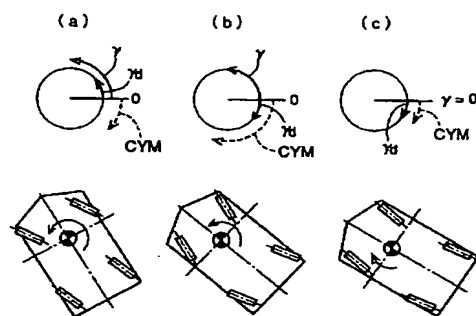
通常状態 ($\tau-F=0$)	カウンタステア状態		通常状態 ($\tau-F=0$)
	前半 ($\tau-F=1, -1$)	後半 ($\tau-F=2, -2$)	
追従制御	カウンタ 前半制御	カウンタ 後半制御	追従制御
	比例制御	比例制御	
	保舵制御	比例制御	
	後輪舵角零化制御	後輪舵角零化制御	
	後輪スリップ角零化制御	後輪スリップ角零化制御	
	⋮	⋮	

時間

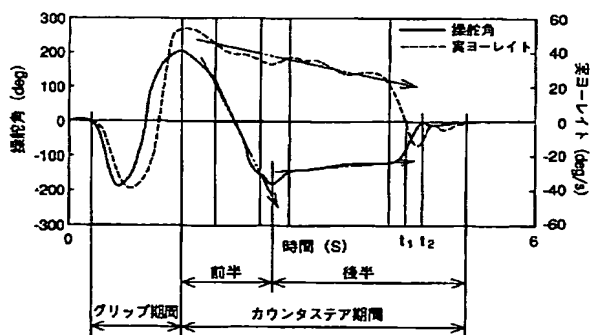
【圖4】



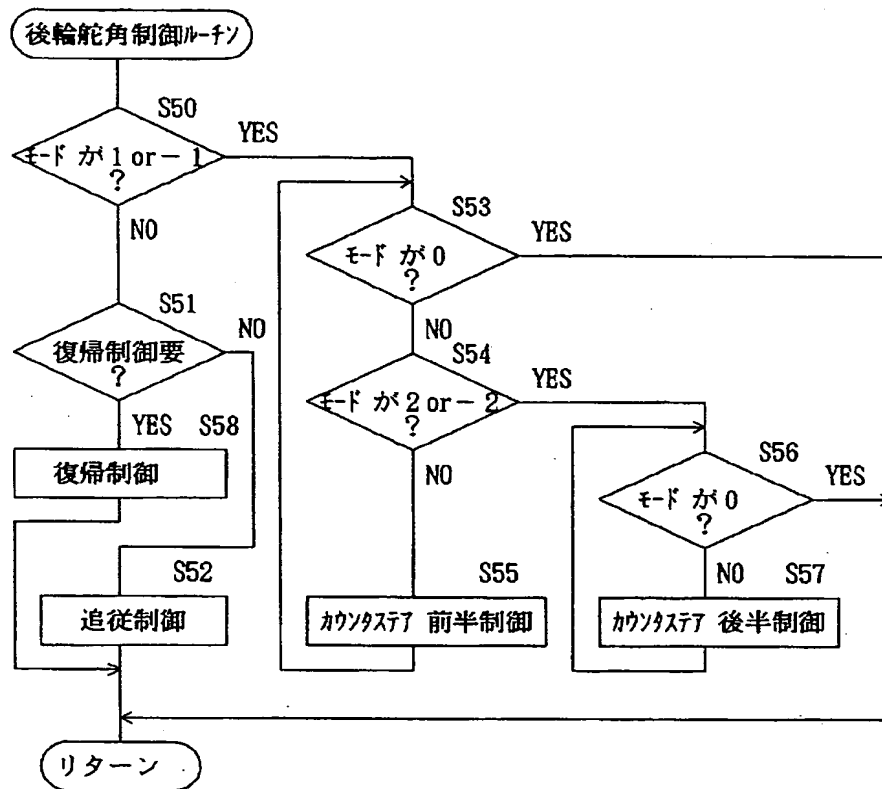
【图 14】



【圖 12】



【図 5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

B 6 2 D 113:00

137:00

識別記号

片内整理番号

F I

技術表示箇所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.